

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-65007

(43)公開日 平成5年(1993)3月19日

(51)IntCl⁵

B60G 17/015

識別記号

庁内整理番号

8817-3D

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-229193

(22)出願日 平成3年(1991)9月9日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 赤津 洋介

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(54)【発明の名称】 アクティブサスペンション

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 電磁アクチュエータの磁石とコイルとの相対的な移動に伴い発生する逆起電力を打ち消しながら、油圧アクティブサスペンションと同様なスカイフックダンパ効果を可能にする。

【構成】 車体1の上下方向の加速度を検出するセンサ8と、車体と車輪支持部材3との間の相対速度を検出するセンサ9と、各センサの出力信号を電流に変えるコントローラ10と、電流に応じ駆動し車体の上下動を抑えるためにコイル4と該コイル内を摺動する磁石2とから成る電磁アクチュエータ20とを設ける。

$$m D^2 x_1 + C^* D x_1 + \frac{(B l)^2}{R} (D x_1 - D x_0) + k (x_1 - x_0) = 0$$

【特許請求の範囲】

【請求項1】コイルと該コイル内を摺動する磁石とからなる電磁アクチュエータを車体と車輪支持部材との間に介装して成るアクティブサスペンションにおいて、車体の上下方向の加速度を検出する上下加速度検出手段と、車体と車輪支持部材との間の相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記上下加速度検出手段の検出値を基に車体の上下絶対速度を求めて、該車体の上下絶対速度に対応した第1駆動電流を算出すると共に、前記相対速度検出手段の検出値を基に前記磁石がコイルを摺動する時に発生する逆起電力を打ち消すための第2駆動電流とを算出して、これら第1及び第2駆動電流を前記コイルに印加するコントローラとを設けたことを特徴とするアクティブサスペンション。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アクティブサスペンションのスカイフックダンパ制御に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のアクティブサスペンションとしては、例えば油圧アクティブサスペンション（特開昭62-289420号）と呼ばれるものがある。

【0003】これは、車体と各車輪支持部材との間に配置されている油圧アクチュエータと、車輪直上部に搭載され路面の凹凸に応じて発生する振動を検出する加速度センサと、加速度センサからの出力信号によって指令信号を出力するコントローラと、コントローラの指令信号により前記アクチュエータの作動油圧を制御する圧力制御バルブと、該圧力制御バルブに油圧配管を介して作動油を供給する油圧源とを設けている。

【0004】上記のような構成によって、車体に取り付けられた上下加速度センサで検出される車体の加速度の値を積分器で積分し、車体の上下方向の絶対速度を求め、該絶対速度に比例した力を圧力制御バルブにより発生することで、路面から車体に伝達される外力をアクチュエータの制御圧力でキャンセルし、車体を極力フラットに保つスカイフックダンパ制御を行っている。

【0005】つまり、路面が凸で路面からの力が車体を押し上げようとする場合には、アクチュエータの制御圧力を低くし、車体への伝達力を低減させ、路面が凹である場合には、制御圧力を高め、車体が下方に移動する動きを低減し、車体をフラットに保とうとする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のアクティブサスペンションにあっては、スカイフックダンパ制御をするに当たり油圧アクチュエータを用いたため、油圧配管のレイアウト上の制約が生じ、又、油圧源としてオイルポンプを備えるために重量の増加が大きいという問題点があった。

【0007】そこで、コイルと該コイル内を摺動する磁

石とから成る電磁アクチュエータを用いることが考えられたが、電磁アクチュエータに電流を加えて駆動させた場合、コイルと磁石との相対的な移動によって、逆起電力が発生するために、実際にコイルに流れる電流の値は指令した値とは異なった値となり、正確なスカイフックダンパ制御を行うことができなくなるという問題点がある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、コイルと該コイル内を摺動する磁石とからなる電磁アクチュエータを車体と車輪支持部材との間に介装して成るアクティブサスペンションにおいて、車体の上下方向の加速度を検出する上下加速度検出手段と、車体と車輪支持部材との間の相対速度を検出する相対速度検出手段と、前記上下加速度検出手段の検出値を基に車体の上下絶対速度を求めて、該車体上下絶対速度に対応した第1駆動電流を算出すると共に、前記相対速度検出手段の検出値を基に前記磁石がコイルを摺動する時に発生する逆起電力を打ち消すための第2駆動電流とを算出して、これら第1及び第2駆動電流を前記コイルに印加するコントローラとを設ける。

【0009】

【作用】上記構成により本発明のアクティブサスペンションは、車体の上下方向の絶対速度の大きさに応じた第1駆動電流をコイルに印加すると共に、車体と車輪支持部材との間の相対速度の大きさに応じた第2駆動電流をコイルに印加し、コイルと磁石との相対的な移動により発生する逆起電力を打ち消して、油圧アクティブサスペンションと同様のスカイフックダンパ制御を実現させる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。

【0011】図1乃至図6に本発明の第1実施例を示す。

【0012】図1は本発明の第1実施例の電磁式アクティブサスペンションの構成図である。図1に示すように、車体1と車輪支持部材3との間にはコイルスプリング30を介装すると共に、車体1に取り付けられた磁石2が、車輪支持部材3に取り付けられたコイル4内を摺動して成る電磁アクチュエータ20を備えている。又、磁石2およびコイル4は車体1と車輪支持部材3の磁化を防ぎ、鉄粉等の磁性体の付着をなくすために非磁性体のブラケット5、6を介して取り付けられている。7は非磁性体のフレキシブルなブーツであり、磁石2およびコイル4を外雰囲気から遮断し、鉄粉等の磁性体の付着を防止するために設置されている。車体1には上下方向の加速度を検出するセンサ8（上下加速度検出手段）と、車体1と車輪支持部材3との間の相対速度を検出す

3

るセンサ9(相対速度検出手段)が設けられている。センサ8、9の出力信号はコントローラ10に入力され、これらの信号に基づきコイル4に出力すべき駆動電流を演算した後、該駆動電流をコイル4に印加し電磁アクチュエータ20に駆動力を発生させる。

【0013】本発明のアクティブサスペンションの制御図を図2に示す。

【0014】車両がうねり路等を走行する場合、路面からの振動により、車体1が上下方向にバウンスする。このときの車体1の上下方向の加速度 $D2x1$ をセンサ8で検出し、その値をコントローラ10に送る。次にコントローラ10は前記加速度 $D2x1$ を積分器で積分し、車体1の上下方向の絶対速度 $Dx1$ を算出する。この絶対速度 $Dx1$ の大きさに応じた指令信号を演算し、該指令信号に対応した第1駆動電流 $i1$ をコイル4に流す。この第1駆動電流 $i1$ は、次式の数1で表される。

【0015】

【数1】

$$i_1 = \frac{C'}{B l} D x_1$$

C' : 定数

B : 磁石2による磁束密度

l : コイル4の長さ

【0016】この第1駆動電流 $i1$ をコイル4に流すことによって駆動力 $F1$ が発生する。この駆動力 $F1$ は、ローレンツ力として知られているもので数2のように表される

【0017】。◎

【数2】この駆動力 $F1$ によって、車体1の上下方向の振動を減衰させ、車両のスカイフックダンパ制御を行うので数3のような方程式が成立する。尚、該方程式中の $x1$ は車体1の変位を、 $x0$ は車輪支持部材3の変位を示す。

【0018】

【数3】

$$F_1 = B l i_1 = C' D x_1$$

【0019】しかし、アクチュエータ20が駆動したときに、磁石2とコイル4との相対的な移動により逆起電力 E が発生してしまい、この逆起電力 E に応じた電流 $i2$ がコイル4に流れ、第1駆動電流 $i1$ に影響を与え、正確な車両のスカイフックダンパ制御ができなくなる。この逆起電力 E の大きさは車体1と車輪支持部材3との間の相対速度 $(Dx1 - Dx0)$ に比例するものなので、逆起電力 E は

【0020】

【数4】

$$m D^2 x_1 + C' D x_1 + k (x_1 - x_0) = 0$$

4

【0021】のように表される。この場合のコイル駆動電気回路の全抵抗を R とすると、コイル4に流れる電流 $i2$ は、

【0022】

【数5】

$$E = B l (D x_1 - D x_0)$$

【0023】で表せられる。

【0024】その結果、この電流 $i2$ によって発生する駆動力 $F2$ は、

10 【0025】

【数6】

$$i_2 = \frac{E}{R} = \frac{B l}{R} (D x_1 - D x_0)$$

【0026】である。

【0027】この駆動力 $F2$ は、車体1と車輪支持部材3との間の上下方向の相対速度 $(Dx1 - Dx0)$ に比例しており、車体1と車輪支持部材3との間に配した減衰定数 $(B l)^2 / R$ のショックアブソーバにより発生する減衰力と等価の効果をもたらすため、これを加味すると数3は以下のように変形される。

【0028】

【数7】

$$F_2 = B l i_2 = \frac{(B l)^2}{R} (D x_1 - D x_0)$$

【0029】このように、アクチュエータ20には、車体1の上下絶対速度に対応した第1駆動電流 $i1$ をコイル4に印加することからなる駆動力 $F1$ に加えて、磁石2とコイル4との相対的な移動によって発生する電流 $i2$ に基づく駆動力 $F2$ が発生する。

【0030】よって、正確なスカイフックダンパ制御を行うためには、このショックアブソーバと等価な力 $F2$ を打ち消し、車体1の絶対速度 $Dx1$ に比例した駆動力 $F1$ だけをアクチュエータ20に発生させなければならない。その為には、コントローラ10から出力される駆動電流 $i0$ は車体1の上下絶対速度に応じた駆動電流 $i1$ に、電流 $i2$ を打ち消すための第2駆動電流 $-i2$ を加える必要がある。

40 【0031】そこで、磁石2とコイル4との相対的な移動によって生じる電流 $i2$ の大きさを知るために、相対速度センサ9により検出された車体1と車輪支持部材3との間の上下方向の相対速度 $(Dx1 - Dx0)$ を検出し、該検出値の信号を、コントローラ10に送る。コントローラ10は相対速度 $(x1 - x0)$ に応じた第2駆動電流 $-i2$ を求め、駆動電流 $i0$ を $(i1 - i2)$ と決定する。よって、コントローラ10から駆動電流 $i0$ をコイル4に印加したとき、第2駆動電流 $-i2$ に対応した駆動力 $-F2$ によって数7の $(B l)^2 (Dx1 - Dx0) / R$ 、つまり駆動力 $F2$ に相当する項を打ち消すことがで

き、車体1の上下方向の絶対速度 Dx_1 に対応した駆動力 $F1$ だけをアクチュエータ20に発生させることができる。以上より、図3に示すような等価モデルを構成し、理想的なスカイフックダンパ制御が実現できる。これにより、図4の振動伝達特性に示すようにバネ上共振周波数 ω_0 での伝達比 (x_1/x_0) が1以下に設定することが可能となる。

【0032】尚、図5、図6に駆動電流 i_1 、 $-i_2$ と車体の上下方向の絶対速度 Dx_1 、車体1と車輪支持部材3との間の相対速度 $(Dx_1 - Dx_0)$ との関係を示す。図5、図6に示すように Dx_1 、 $(Dx_1 - Dx_0)$ が小さい時、即ち、良路走行時には電流消費が少ない。

【0033】

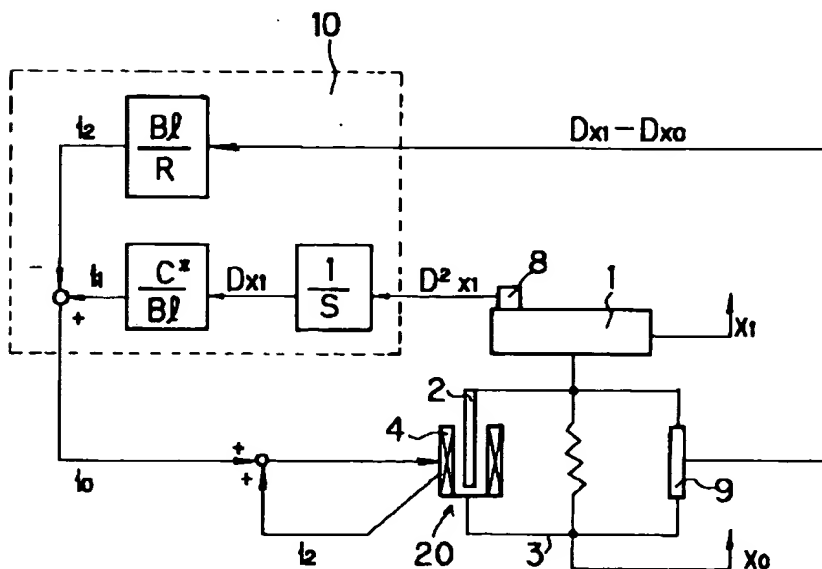
【発明の効果】以上説明してきたように本発明のアクティブサスペンションは、駆動手段に電磁アクチュエータを用いたため、レイアウト上の制約がなく、重量の増加も小さくすることができる。又、アクチュエータが駆動するときに、磁石とコイルとの相対的な移動によって生じる逆起電力を打ち消しながら車両のバウンス制御を行ったため、油圧アクティブサスペンションと同様なスカイフックダンパの効果を可能とした。

【図面の簡単な説明】

【図1】

$$m D^2 x_1 + C' D x_1 + \frac{(B l)^2}{R} (D x_1 - D x_0) + k (x_1 - x_0) = 0$$

【図3】



【図1】本発明の第1実施例を示すアクティブサスペンションの構成図である。

【図2】本発明の第1実施例のアクティブサスペンションの制御図である。

【図3】本発明の第1実施例のアクティブサスペンションの等価モデル図である。

【図4】本発明の第1実施例のアクティブサスペンションの振動伝達特性を示すグラフである。

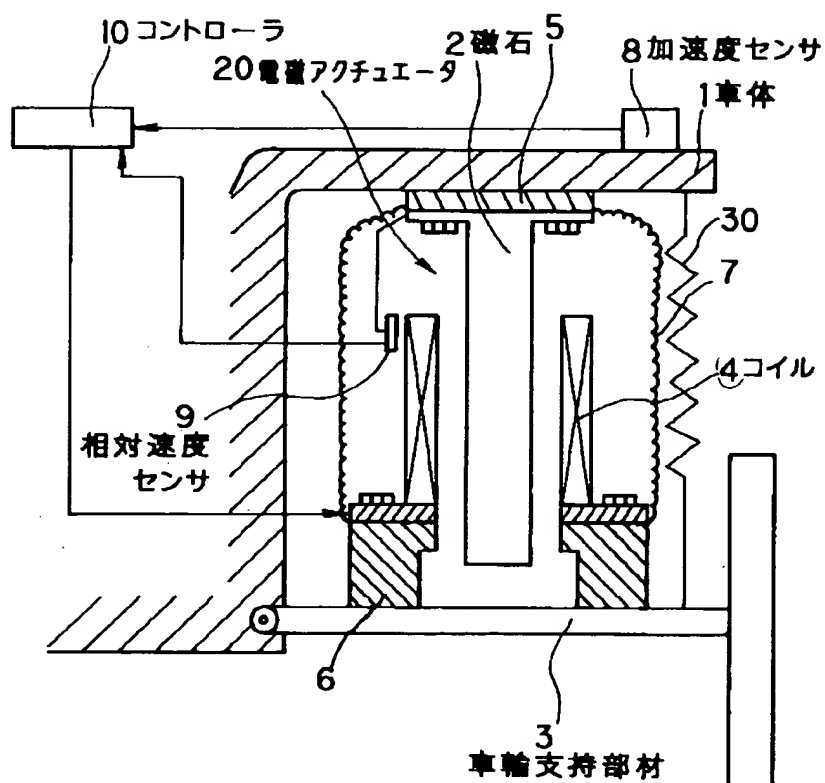
【図5】駆動電流 i_1 と車体の上下方向の絶対速度 Dx_1 の関係を示す図である。

【図6】駆動電流 $-i_2$ と相対速度 $(Dx_1 - Dx_0)$ の関係を示す図である。

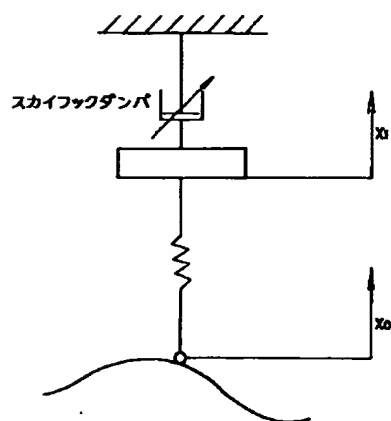
【符号の説明】

- 1 車体
- 2 磁石
- 3 車輪支持部材
- 4 コイル
- 8 加速度センサ
- 9 相対速度センサ
- 10 コントローラ
- 20 電磁アクチュエータ

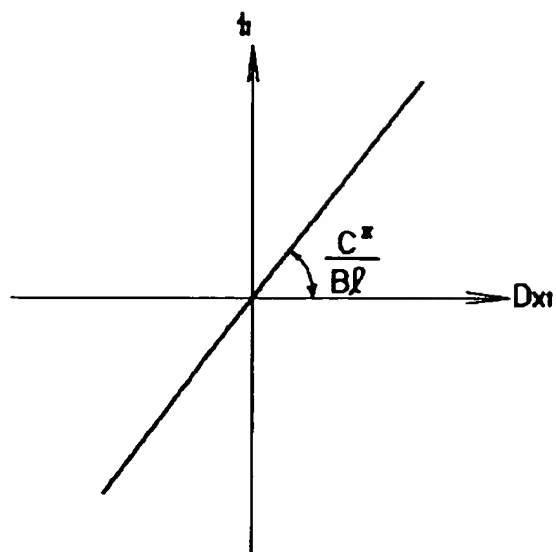
【図2】



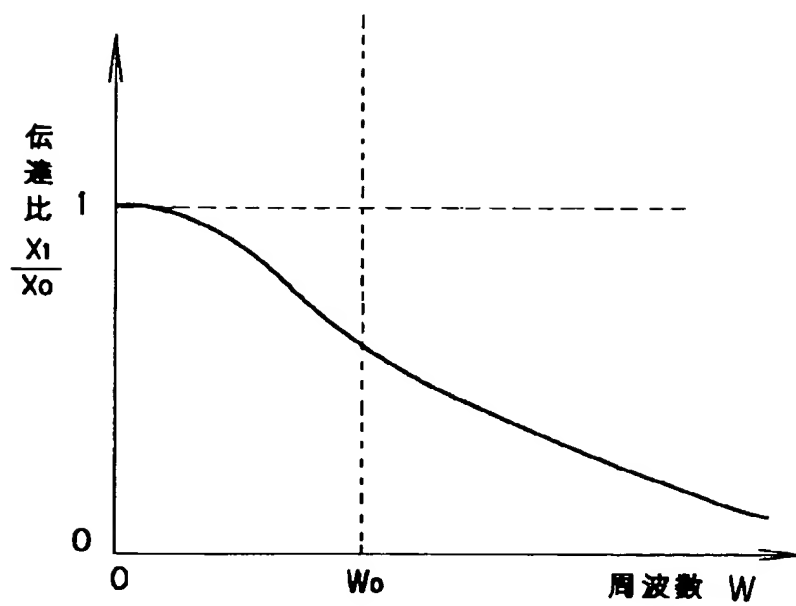
【図4】



【図6】



【図5】



PAT-NO: JP405065007A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05065007 A
TITLE: ACTIVE SUSPENSION
PUBN-DATE: March 19, 1993

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
AKATSU, YOSUKE

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NISSAN MOTOR CO LTD N/A

APPL-NO: JP03229193
APPL-DATE: September 9, 1991

INT-CL (IPC): B60G017/015
US-CL-CURRENT: 188/266.1, 188/266.5 , 188/267

ABSTRACT:

PURPOSE: To perform accurate control of a sky hook damper by applying a drive current responding to the absolute speed in the vertical direction of a car body and a drive current responding to the magnitude of a relative speed between the car body and a wheel support member to the coil of an electromagnetic actuator.

CONSTITUTION: A coil spring 30 is located between a car body 1 and a wheel support member 3. An electromagnetic actuator 20 is formed such that a magnet

2 on the car body 1 side slides inside a coil 4 on the wheel support member 3 side. In this constitution, a sensor 8 to detect vertical acceleration and a sensor 9 to detect a relative speed between the car body 1 and the wheel support member 3 are attached to the car body 1. Based on respective detected signals from the two sensors 8 and 9, the electromagnetic actuator 20 is controlled by a controller 10. In this case, a first drive current responding to a vertical absolute speed based on vertical acceleration and a second drive current to erase a counter electromotive force based on a relative speed are respectively calculated to be applied to the coil 4.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

----- KWIC -----

Document Identifier - DID (1):
JP 05065007 A

Current US Cross Reference Classification - CCXR (1):
188/266.1

Current US Cross Reference Classification - CCXR (2):
188/266.5

Current US Cross Reference Classification - CCXR (3):
188/267